

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-60978

(P2002-60978A)

(43)公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
C 23 C 30/00  
C 22 C 18/04  
38/00 302  
38/06  
38/58

識別記号

F I  
C 23 C 30/00  
C 22 C 18/04  
38/00  
38/06  
38/58

データコード(参考)  
B 4K044

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全7頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-247533(P2000-247533)

(22)出願日 平成12年8月17日 (2000.8.17)

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 山中 晋太郎

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(72)発明者 宮坂 明博

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(74)代理人 100101731

弁理士 井上 春季 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 金属被覆を有する耐食性に優れる鋼

(57)【要約】

【課題】 金属被覆を有する耐食性に優れる鋼

【解決手段】 質量%で、Zn:5%以上、Al:1  
~50%、Mg:0.1~20%を含有し、残部がFe  
および不可逆的不純物からなる合金層を有することを特  
徴とする金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】金属被覆を有する鋼材において、その金属被覆と鋼材の間に質量%で、

Zn : 5%以上

Al : 1~50%

Mg : 0. 1~20%

を含有し、残部がFeおよび不可逆的不純物からなる合金層を有することを特徴とする金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

【請求項2】合金層が、さらに質量%で、

Ni : 0. 01~20%

Cr : 0. 01~10%

Si : 0. 01~10%

Ca : 0. 01~5%

Be : 0. 01~5%

Sr : 0. 01~5%

Ba : 0. 01~5%

Mn : 0. 01~5%

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1に記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

【請求項3】合金層の厚さが0. 1~50μmであることを特徴とする請求項1または2に記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

【請求項4】金属被覆が、Znおよび/またはZnを主体とする金属であることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

【請求項5】金属被覆が、Alおよび/またはAlを主体とする金属であることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

【請求項6】金属被覆の上にさらに、化成処理層、および/または樹脂層を有することを特徴とする請求項1~5のいずれかに記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属被覆を有する耐食性に優れる鋼に関するものであり、さらに詳しくは、屋外で使用される土木建材、自動車、船舶等の用途に適した耐食性に優れる鋼に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、土木建材、自動車、船舶等に用いられる鋼は、腐食を抑制するために鋼の表面に、亜鉛めっきやアルミニウムめっき、あるいは亜鉛浴溶などの金属被覆を施して使用される場合が多い。近年では、鋼材寿命のさらなる長期化の要望のため、例えば特開平5-222502で提案されているZn-Cr-Al系溶融亜鉛めっき、また、鋼板特開平11-29735号公報で提案されているAl-Si-Mg-Znめっき鋼板のように、従来の亜鉛めっきやアルミニウムめっきに合金元素を添加させ、さらに耐食性を向上させた金属被

2

覆層を鋼の表面に形成させた鋼材が提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のめっき鋼板に代表されるような金属被覆を有する鋼材は、その製造工程で鋼と金属被覆層との界面に合金層が生成するが、耐食性に関しては表面に形成された金属被覆層のみに着目して開発した場合が殆どであり、実際、各種合金元素を金属被覆中に添加することで耐食性を向上させようとしている。しかし、近年の鋼材寿命のさらなる長寿命化の要求に対しては、さらなる耐食性の向上が必要である。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、上記の課題の解決手段を、種々の観点から検討してきた。その結果、金属被覆を有する鋼材において、その金属被覆と鋼材の間に適切な成分系からなる合金層をもたらしめることで、従来の金属被覆を有する鋼材の耐食性を一層向上させることができることを見出した。その詳細は下記の通りである。

(1) 金属被覆を有する鋼材において、その金属被覆と鋼材の間に質量%で、Zn : 5%以上、Al : 1~50%、Mg : 0. 1~20%を含有し、残部がFeおよび不可逆的不純物からなる合金層を有することを特徴とする金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

(2) 合金層が、さらに質量%で、Ni : 0. 01~20%、Cr : 0. 01~10%、Si : 0. 01~10%、Ca : 0. 01~5%、Be : 0. 01~5%、Sr : 0. 01~5%、Ba : 0. 01~5%、Mn : 0. 01~5%の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1に記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

(3) 合金層の厚さが0. 1~50μmであることを特徴とする請求項1または2に記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

(4) 金属被覆が、Znおよび/またはZnを主体とする金属であることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

(5) 金属被覆が、Alおよび/またはAlを主体とする金属であることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

(6) 金属被覆層に上にさらに、化成処理層、および/または樹脂層を有することを特徴とする請求項1~5のいずれかに記載の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼。

## 【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を詳細に記載する。本発明において使用される原板は、一般に使用されている冷間圧延鋼材、焼鍔、調質を行った冷間圧延鋼材、熱間圧延鋼材、鋳造材など、鋼材であれば何でも良い。まず、合金層中の成分の限定理由について説明する。Zn ; Znは、犠牲防食効果によって鋼の耐食性を向上させる。この効果は合金層中のZnの含有量が

5質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。Zn含有量の上限は特に限定しない。しかし、Znが80質量%を超えると耐食性は飽和する。このため、本発明における合金層中のZnの含有量を5質量%以上、望ましくは5~80質量%の範囲と規定する。

【0006】A1; A1は、亜鉛めっき層の耐食性向上に有効な元素である。この効果は、合金層中のA1の含有量が1質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、A1が50質量%を超えると、亜鉛めっき浴の温度が高くなり、ドロス発生量の増加や製造コストの増大といった好ましくない結果を生じる。このため、本発明における合金層中のA1の含有量を1~50質量%の範囲に規定する。好適範囲は、5~40質量%である。

【0007】Mg; Mgは、合金層の耐食性を向上させる。この効果は、合金層中のMgの含有量が、0.1質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Mgが20質量%を超えると耐食性は飽和し、また合金層の硬度が増し加工の際に合金層が割れる等の問題を生じやすくなる。このため、本発明における合金層中のMgの含有量を0.1~20質量%の範囲に規定する。好適範囲は、1~10%である。

【0008】金属被覆と鋼材の間に、上記の成分とFeおよび不可逆的不純物からなる合金層を有する鋼は、耐食性に優れる。具体的には、例えば、金属被覆層がZnである場合、Znの犠牲防食作用によって鋼板の傷部の耐食性は向上するが、Znが消失した後は鋼板の腐食が開始する。これに対して、Znの金属被覆層と鋼材の間に合金層を有する場合、鋼板の傷部の耐食性はZnの犠牲防食作用によって向上し、Znが消失した後も、耐食性に優れる上記の合金層によって鋼板の腐食を抑制できる。

【0009】本発明においては、必要に応じてさらに以下の元素を合金層中には含有させることができ、その場合、鋼の耐食性はさらに向上する。Ni; Niは、合金層の耐食性を向上させる。この効果は、合金層中のNiの含有量が、0.01質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Niが20質量%を超えると耐食性は飽和する。このため、本発明における合金層中のNiの含有量を0.01~20質量%の範囲に規定する。好適範囲は、0.5~10%である。

【0010】Cr; Crは、合金層の耐食性を向上させる効果がある。この効果は合金層中のCr含有量が、0.01質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Crが10質量%を超えるといたずらにコストを増大させるだけでなく、合金層の硬度が増し加工の際に割れる等の問題を生じやすくなる。このため、本発明における合金層中のCrの含有量を0.01~10質量%の範囲に規定する。好適範囲は、0.1~5%である。

【0011】Si; Siは耐食性を向上させる効果がある。この効果は、金属被覆層がZnまたはZnを主体とする金属からなる場合、合金層中のSiの含有量が0.01質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Siが10質量%を超えると耐食性は飽和し、それ以上に増加させてもいたずらにコストを上昇せしめるだけである。このため、金属被覆層がZnまたはZnを主体とする金属からなる場合、本発明における合金層中のSiの含有量を0.01質量%から10質量%の範囲に規定する。また、金属被覆層がA1またはA1を主体とする金属からなる場合、この効果は、合金層中のSiの含有量が0.1質量%程度から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Siが10質量%を超えると耐食性は飽和し、それ以上に増加させてもいたずらにコストを上昇せしめるだけである。このため、金属被覆層がA1またはA1を主体とする金属からなる場合、本発明における合金層中のSiの含有量を0.1質量%から10質量%の範囲に規定する。

【0012】Ca; Caは耐食性を向上させる効果がある。この効果は、合金層中のCaの含有量が0.01質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Caが5質量%を超えると耐食性は飽和し、いたずらにコストを増大させるだけでなく、合金層の硬度が増し加工の際に割れる等の問題を生じやすくなる。このため、本発明における合金層中のCaの含有量を0.01~5質量%の範囲に規定する。

【0013】Be; Beは合金層の耐食性を向上させる。この効果は、合金層中のBeの含有量が0.01質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Beが5質量%を超えると耐食性は飽和し、いたずらにコストを増大させるだけでなく、合金層の硬度が増し加工の際に割れる等の問題を生じやすくなる。このため、本発明における合金層中のBeの含有量を0.01~5質量%の範囲に規定する。

【0014】Sr; Srは合金層の耐食性を向上させる。この効果は、合金層中のSrの含有量が0.01質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Srが5質量%を超えると耐食性は飽和し、いたずらにコストを増大させるだけでなく、合金層の硬度が増し加工の際に割れる等の問題を生じやすくなる。このため、本発明における合金層中のSrの含有量を0.01~5質量%の範囲に規定する。

【0015】Ba; Baは耐食性を向上させる。この効果は、合金層中のBaの含有量が0.01質量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Baが5質量%を超えると耐食性は飽和する。このため、本発明における合金層中のSrの含有量を0.01~5質量%の範囲に規定する。

【0016】Mn; Mnは耐食性を向上させる効果がある。この効果は、合金層中のMnの含有量が0.01質

量%から現れ、多くなるに従って効果は増大する。しかし、Mnが5質量%を超えると耐食性は飽和し、それ以上に増加させてもいたずらにコストを上昇せしめるだけである。このため、本発明における合金層中のMnの含有量を0.01~5質量%の範囲に規定する。上記の合金層中の成分は、単独でも耐食性を向上させるが、2種以上含有する方が望ましくその耐食性はさらに向上する。

【0017】本発明の合金層の厚さは、0.1~50μmとする。この理由は、合金層の厚さが0.1μm未満では、長期間の耐食性が不十分であり、また50μmを超えると耐食性は飽和し、いたずらにコストを上昇させるだけだからである。金属被覆を形成する亜鉛を主体とする金属とは、金属のうち最大量を占める成分が亜鉛である金属すなわち亜鉛基合金であり、一般に亜鉛基合金に含有されるアルミニウム、マグネシウム等の合金成分および不純物を含んで良い。亜鉛基合金からなる金属被覆は、その犠牲防食作用によって鋼の耐食性を向上させる効果がある。また、アルミニウムを主体とする金属とは、金属のうち最大量を占める成分がアルミニウムである金属すなわちアルミニウム基合金であり、一般にアルミニウム基合金に含有されるシリコン、亜鉛、マグネシウム等の合金成分および不純物を含んで良い。アルミニウム基合金からなる金属被覆は、その優れた耐食性によって鋼の耐食性を一層向上させる効果がある。

【0018】次に製造条件について説明する。本発明における合金層を金属被覆と鋼材の間に形成せしめる方法としては、金属被覆、合金層を鋼材に十分に密着させることができるものであれば何でも良い。例えば、溶融めっき、あるいは電気めっき、溶融塩電解めっき、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティングなどによって、本発明の鋼材の合金層中に含まれる元素を含有する金属被覆を鋼材上に形成せしめることができる。また、本発明の鋼材の合金層中に含まれる元素を含有する鋼材に、溶融めっき、あるいは電気めっき、溶融塩電解めっき、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティングなどによって金属被覆層を形成した後に必要に応じて熱処理等を施すこと、本発明の合金層を有する金属被覆鋼材を得ることもできる。

【0019】また、本発明の金属被覆層の上には、さらに化成処理層、樹脂層などを有することができる。化成処理層を有することで、鋼の寿命を延ばす効果が期待できる。化成処理層としては、一般に公知のクロメート層、リン酸塩処理層などが挙げられる。また、樹脂層と

しても一般に公知のものが使用でき、例えば、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、メラミン樹脂等を主体としたものが挙げられる。これらの樹脂は、必要に応じて、数種のものを混ぜて使用しても良い。さらに、この樹脂の層は、りん酸亜鉛、りん酸鉄、モリブデン酸カルシウム、モリブデン酸アルミニウム、酸化バナジウム、ストロンチウムクロメート、ジンクロメート、シリカなどの防錆顔料を含んでも良い。樹脂の層の形成方法としては、鋼に充分に密着させることができるものであれば何でも良い。例えば、刷毛塗り、浸漬塗装、バーコート塗装、スプレー塗装、電着塗装、静電塗装、ロールコーティング、ダイコーティング、カーテンフロー塗装、ローラーカーテン塗装などが挙げられる。以上、本発明の金属被覆を有する耐食性に優れる鋼は、土木建材、自動車、船舶等に用いる鋼材として使用できる。

## 【0020】

【実施例】(実施例1)表1に示す組成のめっき鋼板を製造し、耐食性を調べた。合金層中の各元素濃度は、めっき後の冷却速度を15~100°C/秒の範囲で調整することで所定の濃度にした。製造条件は下記の通りである。めっき浴温度は、めっき成分濃度に合わせて450~550°Cの範囲で調整した。

- ・めっき原板；5%Cr鋼(厚さ；0.8mm)
- ・原板昇温速度；30°C/秒
- ・最高加熱温度；800°C
- ・めっき浴温度；450~550°C
- ・浸漬時間；3秒

耐食性については、SST(JIS2371に従う塩水噴霧試験)を行い、1000時間後の赤錆発生率によって、下記基準で評価した。

- ◎；赤錆発生率0~10%未満
- ；赤錆発生率10~30%未満
- △；赤錆発生率30~50%未満
- ×；赤錆発生率50%以上

めっき密着性については、めっき鋼板を60度折り曲げ後、テープ試験を行い、下記基準で評価した。

- ◎；剥離なし
- ；剥離小
- △；剥離大
- ×；全面剥離

## 【0021】

## 【表1】

金 属 被 覆	合金層中成分											合 金 層 厚 さ $\mu\text{m}$	ク ロ メ ト ル 耐 食 性	密 着 性	區 分	
	Zn	Al	Mg	Ni	Cr	Si	Ca	Be	Ba	Sr	Mn					
1 Zn基	60	0.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	×	◎	発明例	
2 Zn基	60	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	△	◎	発明例	
3 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	◎	発明例	
4 Zn基	60	5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	◎	発明例	
5 Zn基	50	40	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	◎	発明例	
6 Zn基	45	50	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
7 Zn基	35	60	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	△	発明例	
8 Zn基	60	5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	×	◎	発明例	
9 Zn基	60	5	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	◎	発明例	
10 Zn基	60	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	◎	発明例	
11 Zn基	60	5	10	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
12 Zn基	60	5	20	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	△	発明例	
13 Zn基	60	5	30	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	△	発明例	
14 Zn基	1	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	△	◎	発明例	
15 Zn基	5	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	◎	発明例	
16 Zn基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
17 Zn基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
18 Zn基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05	△	◎	発明例	
19 Zn基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	○	◎	発明例	
20 Zn基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	20	○	○	発明例	
21 Zn基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	50	○	○	発明例	
22 Zn基	60	1	0	0.01	—	—	—	—	—	—	—	1	△	◎	発明例	
23 Zn基	60	1	0.5	0.01	—	—	—	—	—	—	—	1	○	◎	発明例	
24 Zn基	60	1	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
25 Zn基	60	1	0.5	10	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
26 Zn基	60	1	0.5	20	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
27 Zn基	60	1	0.5	30	—	—	—	—	—	—	—	1	○	△	発明例	
28 Zn基	60	1	0	—	0.01	—	—	—	—	—	—	1	○	◎	発明例	
29 Zn基	60	1	0.5	—	0.01	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
30 Zn基	60	1	0.5	—	0.1	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
31 Zn基	60	1	0.5	—	5	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
32 Zn基	60	1	0.5	—	10	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
33 Zn基	60	1	0.5	—	20	—	—	—	—	—	—	1	○	△	発明例	
34 Zn基	60	1	0	—	—	0.01	—	—	—	—	—	1	△	◎	発明例	
35 Zn基	60	1	0.5	—	—	0.01	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
36 Zn基	60	1	0.5	—	—	10	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
38 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	0.01	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
39 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	5	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
40 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	10	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
41 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	0.01	—	—	—	1	○	○	発明例	
42 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	5	—	—	—	1	○	○	発明例	
43 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	10	—	—	—	1	○	△	発明例	
44 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	0.01	—	—	1	○	○	発明例	
45 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	5	—	—	1	○	○	発明例	
46 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	10	—	—	1	○	△	発明例	
47 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	—	0.01	—	1	○	○	発明例	
48 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	5	—	—	1	○	○	発明例	
49 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	10	—	—	1	○	△	発明例	
50 Zn基	60	1	0	—	—	—	—	—	—	—	0.01	1	○	○	発明例	
51 Zn基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	—	—	0.01	1	○	○	発明例	
52 Zn基	60	1	0	—	—	—	—	—	—	—	5	1	○	○	発明例	
53 Zn基	60	10	5	5	5	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
54 Zn基	60	10	5	5	5	1	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
55 Zn基	60	10	5	5	5	1	1	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
56 Zn基	60	10	5	5	5	1	1	1	—	—	—	1	○	○	発明例	
57 Zn基	60	10	5	5	5	1	1	1	1	—	—	1	○	○	発明例	
58 Zn基	60	10	5	5	5	1	1	1	1	1	—	1	○	○	発明例	
59 Zn基	60	10	5	5	5	1	1	1	1	1	—	1	○	○	発明例	
60 Zn基	60	10	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	有	○	○	発明例

表1に示す通り、本発明鋼（No. 3～6、9～12、15～17、19～21、23～26、29～32、35～39、41、42、44、45、47、48、51～60）は、比較例（No. 1、2、7、8、13、14、18、22、27、28、33、34、40、43、46、49、50）に比較して耐食性および密着性が改善される。

【0022】（実施例2）表2に示す組成のめっき鋼板を製造し、耐食性を調べた。合金層中の各元素濃度は、\*

\*めっき後の冷却速度を15～100°C/秒の範囲で調整することで所定の濃度にした。製造条件は下記の通りである。めっき浴温度は、めっき成分濃度に合わせて50～650°Cの範囲で調整した。

・めっき原板；5%Cr鋼（厚さ；0.8mm）

・原板界温速度；30°C/秒

・最高加熱温度；800°C

・めっき浴温度；500～650°C

・浸漬時間；3秒

耐食性および密着性の評価法は、実施例1と同様である。  
\*【0023】  
\*【表2】

金 属 被 覆	合金層中成分											合 金 層 厚 さ $\mu\text{m}$	ク ロ メ ト ル 耐 食 性	密 着 性	区 分		
	Zn	Al	Mg	Ni	Cr	Si	Ca	Be	Ba	Sr	Mn						
61 Al基	60	0.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	無	○	発明例		
62 Al基	60	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	△	○	発明例		
63 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
64 Al基	80	5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
65 Al基	50	40	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
66 Al基	45	50	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
67 Al基	35	60	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	△	発明例		
68 Al基	60	5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	無	×	○	発明例	
69 Al基	60	5	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
70 Al基	60	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
71 Al基	60	5	10	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
72 Al基	60	5	20	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
73 Al基	60	5	30	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	△	発明例		
74 Al基	1	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	無	△	○	発明例	
75 Al基	5	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
76 Al基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
77 Al基	80	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
78 Al基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05	無	△	○	発明例	
79 Al基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	○	○	発明例		
80 Al基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	20	○	○	発明例		
81 Al基	60	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	50	○	○	発明例		
82 Al基	60	1	0	0.01	—	—	—	—	—	—	—	1	無	△	○	発明例	
83 Al基	60	1	0.5	0.01	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
84 Al基	60	1	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
85 Al基	60	1	0.5	10	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
86 Al基	60	1	0.5	20	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
87 Al基	60	1	0.5	30	—	—	—	—	—	—	—	1	○	△	発明例		
88 Al基	60	1	0	—	0.01	—	—	—	—	—	—	1	無	△	○	発明例	
89 Al基	60	1	0.5	—	0.01	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
90 Al基	60	1	0.5	—	0.1	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
91 Al基	60	1	0.5	—	5	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
92 Al基	60	1	0.5	—	10	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
93 Al基	60	1	0.5	—	20	—	—	—	—	—	—	1	○	△	発明例		
94 Al基	60	1	0	—	—	0.01	—	—	—	—	—	1	無	△	○	発明例	
95 Al基	60	1	0.5	—	—	0.01	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
96 Al基	60	1	0.5	—	—	10	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
98 Al基	60	1	0.5	—	—	—	0.01	—	—	—	—	1	無	○	○	発明例	
99 Al基	60	1	0.5	—	—	—	5	—	—	—	—	1	○	○	発明例		
100 Al基	60	1	0.5	—	—	—	10	—	—	—	—	1	無	○	△	発明例	
101 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	0.01	—	—	—	1	○	○	発明例		
102 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	5	—	—	—	1	○	○	発明例		
103 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	10	—	—	—	1	○	△	発明例		
104 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	0.01	—	—	1	○	○	発明例		
105 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	5	—	—	1	○	○	発明例		
106 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	10	—	—	1	○	○	△	発明例	
107 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	—	0.01	—	1	○	○	○	発明例	
108 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	—	5	—	1	○	○	○	発明例	
109 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	—	10	—	1	○	△	△	発明例	
110 Al基	60	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	1	無	△	○	発明例
111 Al基	60	1	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	1	○	○	発明例	
112 Al基	60	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1	○	○	発明例	
113 Al基	60	10	5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
114 Al基	60	10	5	5	5	1	—	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
115 Al基	60	10	5	5	5	1	1	—	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
116 Al基	60	10	5	5	5	1	1	1	—	—	—	—	1	○	○	発明例	
117 Al基	60	10	5	5	5	1	1	1	1	—	—	—	1	○	○	発明例	
118 Al基	60	10	5	5	5	1	1	1	1	1	—	—	1	○	○	発明例	
119 Al基	60	10	5	5	5	1	1	1	1	1	1	—	1	○	○	発明例	
120 Al基	60	10	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	有	○	○	発明例	

表2に示す通り、本発明鋼（No. 63～66、69～72、75～77、79～81、83～86、89～92、95～99、101、102、104、105、107、108、111～120）は、比較例（No. 61、62、67、68、73、74、78、82、87、88、93、94、100、103、106、109※）に比較して耐食性および密着性が改善される。

【0024】  
【発明の効果】以上のように、本発明の鋼は、土木建材、自動車、船舶などの腐食の厳しい環境において、耐食性に優れる鋼を提供することを可能とした。

## フロントページの続き

(51) Int. Cl.?  
C 23 C 28/00

F I  
C 23 C 28/00

テマコード(参考)  
A  
C

// C 22 C 21/06  
21/10

C 22 C 21/06  
21/10

(72)発明者 加藤 謙治  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

F ターム(参考) 4K044 AA02 AB02 BA10 BA15 BA17  
BA21 BB01 BB03 BB04 BC02  
BC05 CA11 CA13 CA16 CA18  
CA62